المادة: الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)

المرحلة الرابعة / (المحاضرة ٣)

المصدر: ترجمة (Artificial Intelligence / George F. Luger)

١.٣. المقاطع المنطقية (Clauses Form)

❖ إن الجمل الناتجة من منطق العلاقات متداخلة و صعبة الفهم، و هذا يقودنا إلى صعوبة كبيرة في مرحلة الاستنتاج. لذلك توجد خوارزمية للتحويل من منطق العلاقات (Predicate Logic) إلى المقاطع المنطقية (Clauses Form)، و تتضمن هذه الخوارزمية تسع خطوات و هي:

١. حذف الرابط (⟶) و كما يلي:

أ- نفي العبارة قبل الرابط (⟶).

ب- تحويل الرابط (⟶) إلى الرابط (V).

ت- ترك العبارة بعد الرابط (⟶) كما هي.

Ex: $[a(X) \vee b(Y) \rightarrow c(X,Y)]$

Sol: $\neg(a(X) \vee b(Y)) \vee c(X,Y)$

٢. معالجة النفي (¬) و حسب القوانين التالية:

أ- $\neg\left(\neg a(X)\right) \equiv a(X)$.

ب- $\neg\, \exists X\, a(X) \equiv \forall X \neg \mathrm{a(X)}$.

ت- $\neg\, \forall X\, a(X) \equiv \exists X \neg \mathrm{a(X)}$.

ث- $\neg\left(a(X) \wedge b(Y)\right) \equiv \neg \mathrm{a(X)} \vee \neg\, b(Y)$.

ج- $\neg\left(a(X) \vee b(Y)\right) \equiv \neg \mathrm{a(X)} \wedge \neg\, b(Y)$.

Ex: $\neg(a(X) \vee b(Y)) \vee c(X,Y)$

Sol: $\neg\, a(X) \wedge \neg\, b(Y) \vee c(X,Y)$

Artificial Intelligence

٣. جعل كل مقياس كمي ($\forall, \exists$) مرتبطاً بمتغير واحد فقط.

Ex: $\forall X\ a(X) \vee\ \exists X\ b(X) \vee\ \forall X\ c(X)$

Sol: $\forall X\ a(X) \vee\ \exists Y\ b(Y) \vee\ \forall W\ c(W)$

٤. نقل كل المقاييس الكمية ($\forall, \exists$) إلى جهة اليسار و بالتسلسل.

Ex: $\forall X\ a(X) \wedge b(X)\ \vee\ \exists Y\ c(X,Y)$

Sol: $\forall X\ \exists Y a(X) \wedge b(X)\ \vee\ c(X,Y)$

٥. حذف المقياس الكمي الوجودي ($\exists$) بعملية تدعى (Skolemization) و حسب القوانين التالية:

أ- $\exists X\, a(X) = a(H)$.

ب- $\forall X\ \exists Y\ a(X,Y) = \forall X\ a\big(X, f(X)\big)$.

ملاحظة: في القانون (٥-ب) يتم تعويض المتغير المرتبط بالمقياس الوجودي ($\exists$) بدلالة كل المقاييس العامة ($\forall$) الموجودة قبله، كما في المثالين التاليين:

Ex1: $\forall X\ \exists Y\ a(X) \wedge b(X)\ \vee\ c(X,Y)$

Sol: $\forall X\ a(X) \wedge b(X)\ \vee\ c\big(X, f(X)\big)$

Ex2: $\forall X\ \forall Z\ \exists Y\ a(X) \wedge b(Z)\ \vee\ c(X,Z,Y)$

Sol: $\forall X\ \forall Z\ a(X) \wedge b(Z)\ \vee\ c\big(X,Z,g(X,Z)\big)$

٦. حذف كل المقاييس الكمية العامة ($\forall$).

Ex: $\forall X\ \forall Z\ a(X) \wedge b(Z)\ \vee\ c\big(X,Z,g(X,Z)\big)$

Sol: $a(X) \wedge b(Z)\ \vee\ c\big(X,Z,g(X,Z)\big)$

٧. استخدام قوانين التجميع و التوزيع التالية:

أ- $a(X)\ \wedge\ \big(b(Y)\ \wedge\ c(Z)\big) \equiv \big(a(X)\ \wedge\ b(Y)\big)\ \wedge c(Z)$.

ب- $a(X)\ \vee\ \big(b(Y)\ \vee\ c(Z)\big) \equiv \big(a(X)\ \vee\ b(Y)\big)\ \vee c(Z)$.

ت- $a(X)\ \vee\ \big(b(Y)\ \wedge\ c(Z)\big) \equiv \big(a(X)\ \vee\ b(Y)\big)\ \wedge\ \big(a(X)\ \vee\ c(Z)\big)$.

Artificial Intelligence

Ex: $a(X) \vee (b(Y) \wedge e(Z))$

Sol: $(a(X) \vee b(Y)) \wedge (a(X) \vee e(Z))$

٨. تحويل العبارة إلى مقاطع خالية من الرابط (∧).

Ex1: $a(X) \wedge b(Z) \vee c(X, Z, g(X, Z))$

Sol: 1. $a(X)$

2. $b(Z) \vee c(X, Z, g(X, Z))$

Ex2: $(a(X) \vee b(Y)) \wedge (a(X) \vee e(Z))$

Sol: 1. $a(X) \vee b(Y)$

2. $a(X) \vee e(Z)$

٩. تبديل أسماء المتغيرات الموجودة في كل المقاطع و كما يلي:

أ- المقطع الأول ينزل كما هو.

ب- أي متغير في المقطع الثاني مستخدم في المقطع الأول يتم تبديله.

Ex1: 1. $a(X)$

2. $b(Z) \vee c(X, Z, g(X, Z))$

Sol: 1. $a(X)$

2. $b(Z) \vee c(W, Z, g(W, Z))$

Ex2: 1. $a(X) \vee b(Y)$

2. $a(X) \vee e(Z)$

Sol: 1. $a(X) \vee b(Y)$

2. $a(W) \vee e(Z)$

Artificial Intelligence